



PATENT  
Docket No.: 12577/35

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANT : Kazuo Morita  
SERIAL NO. : 10/820,105  
FILED : April 8, 2004  
FOR : STERO-OBSERVATION SYSTEM

COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
ATTN: Manager, Application Division

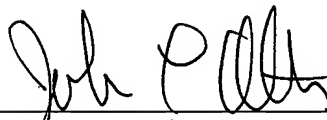
**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

SIR:

The Convention Priority Date of Japanese Patent Application No. 2003-105892 filed in Japan on April 9, 2003, was claimed in the Declaration/Power of Attorney filed herewith. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Dated: August 26, 2004

  
\_\_\_\_\_  
John C. Altmiller  
(Reg. No. 25,951)

KENYON & KENYON  
1500 K Street, N.W., Suite 700  
Washington, DC 20005-1257  
Tel: (202) 220-4200  
Fax: (202) 220-4201  
503189\_1.DOC

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2003年 4月 9日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-105892  
Application Number:  
[J P 2003-105892]  
ST. 10/C]:

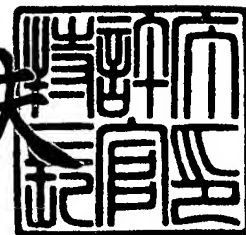
願人 オリンパス株式会社  
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2004年 4月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



(Translation)

**PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT**

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: April 9, 2003

Application Number: Patent Application No. 2003-105892

Applicant(s): OLYMPUS CORPORATION

April 13, 2004

Commissioner,

Japan Patent Office

Yasuo IMAI (seal)

Certificate No. 2004-3030375

[Name of Document] Patent Application  
[Reference Number] 03P00952  
[Filing Date] April 9, 2003  
[Addressee] Commissioner, Patent Office  
[Int.Pat. Classification] G02B 23/26  
[Inventor]  
    [Domicile or Dwelling] c/o OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.  
                            43-2, Hatagaya 2-chome, Shibuya-ku, Tokyo  
    [Name] Kazuo MORITA  
[Patent Applicant]  
    [Identification Number] 000000376  
    [Name] OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.  
    [Representative] Tsuyoshi KIKUKAWA  
[Indication of Fee]  
    [Prepayment Register Number] 002314  
    [Prepaid Sum] ¥21,000  
[List of Submitted Articles]  
    [Name of Article] Specification 1  
    [Name of Article] Drawings 1  
    [Name of Article] Abstract 1  
[Whether or not a Proof is Necessary] Necessary

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00952

【提出日】 平成15年 4月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 23/26

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目 4 3 番 2 号   オリンパス光学  
工業株式会社内

    【氏名】 森田 和雄

【特許出願人】

    【識別番号】 0000000376

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目 4 3 番 2 号

    【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

    【代表者】 菊川 剛

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002314

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書   1

    【物件名】 図面   1

    【物件名】 要約書   1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 立体観察システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射瞳を少なくとも 2 つ有して互いに視差を有する左眼用の第 1 の像と右眼用の第 2 の像を撮像する撮像手段を有し、前記 2 つの入射瞳中心を結ぶ距離の 10 倍以上の被写界深度を有する立体撮像ユニットと、前記立体撮像ユニットで撮像した 2 つの像を表示する 2 つの画像表示手段を有する立体表示ユニットとからなる立体観察システムにおいて、

前記画像表示手段により表示された前記第 1 の像の中心を見る観察者の左眼の視線と、前記画像表示手段により表示された前記第 2 の像の中心を見る観察者の右眼の視線が互いに輻輳角  $\alpha_2$  をなすように前記立体表示ユニットを構成し、前記輻輳角  $\alpha_2$  は以下の条件(1)を満たすことを特徴とする立体観察システム。

$$\begin{aligned} & (\alpha_1 - 2 \tan^{-1}(d/2L)) \times (w_2/w_1) \times 0.83 \\ & \leq \alpha_2 \\ & \leq \{2 \sin^{-1}(G/2D) - (2 \tan^{-1}(d/2S) - \alpha_1) \times (w_2/w_1)\} \times 1.2 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

ただし、 $\alpha_1$  は前記立体撮像ユニットの輻輳角（内向角）、 $d$  は前記立体撮像ユニットの 2 つの入射瞳中心を結ぶ距離、 $L$  は前記立体撮像ユニットの被写界深度の遠点から立体撮像ユニットの入射瞳までの距離、 $S$  は前記立体撮像ユニットの被写界深度の近点から立体撮像ユニットの入射瞳までの距離、 $w_1$  は前記立体撮像ユニットの画角、 $w_2$  は前記立体表示ユニットの画角、 $G$  は観察者の左右瞳孔間距離、 $D$  は観察者の瞳孔位置から観察画像までの距離である。

【請求項 2】 以下の条件(2)を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の立体観察システム。

$$0.7 \leq \alpha_1 / \alpha_2 \leq 1.7 \quad \dots (2)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、広範囲の被写界深度を有する立体視内視鏡などの立体撮像装置が撮

像した、視差を有する左右の像を、立体観察する場合に好適な立体観察システムに関する。

#### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

近年、医療分野、特に外科分野において立体視内視鏡などの立体観察システムを用いた手技が普及しつつある。

#### 【0 0 0 3】

もともと、従来内視鏡と専用処置具を用いた手技は、開腹手術を必要としていた疾病を内視鏡下で低侵襲に処置することを可能とした。さらに内視鏡が立体視化し、新たに得られた奥行き方向の情報は処置具の誘導を確実にし、従来の内視鏡下処置に比べ、より短時間に、より繊細で高度な処置を行うことができるようになった。

#### 【0 0 0 4】

このため、低侵襲手技である立体視内視鏡下外科手術は、今後も発展が期待されている。

立体観察システムの観察系は通常2眼式であり、図6に示すように、視差を有する観察物体1の左右の像を撮像するための撮像光学系と撮像素子を内蔵した立体撮像ユニット2と、この立体撮像ユニット2からの左右像の映像信号により立体像を生成する立体映像信号処理ユニット3と、生成された立体像を表示する立体表示装置ユニット4の3つのユニットからなる。

#### 【0 0 0 5】

そして、この立体観察システムでは、立体撮像ユニット2の撮像光学系により物体の像が撮像素子の撮像面に形成される。視差を有する左右の像を得るために、撮像光学系には様々な方式が用いられる。撮像素子で取得した左右の画像は、映像信号として立体撮像ユニット2から立体映像信号処理ユニット3に伝達される。立体映像信号処理ユニット3は後段の立体表示装置ユニット4に対応して必要な信号処理を行う。立体表示装置ユニット4は、立体映像信号処理ユニット3から送出された立体像を基に表示素子上に左右の画像を形成する。

#### 【0 0 0 6】

左右の画像を分離して観察者の両眼に伝達するために、立体表示装置ユニット 4 にも様々な方式が存在する。

立体表示装置の方式の代表的な一例として、観察者の顔面のごく近くに配置された光学系により直接、左右の画像に対応する観察者の左右の瞳（眼）に投光し、等価的に大画面の画像情報を虚像として立体観察させるようにした虚像立体観察式がある。

#### 【0007】

従来、立体視内視鏡と虚像立体観察式の表示装置とを組み合わせたシステムが提案されている（例えば特許文献 1 参照）。前記特許文献 1 に記載の立体観察システムは、立体視内視鏡の画像を自然な臨場感で観察するために、立体視内視鏡の画角と、虚像立体観察式表示装置の画角との関係を定めたものである。

#### 【0008】

##### 【特許文献 1】

特開平 8-313828 号公報（図 1）

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、自然な臨場感による立体視観察までは実現できても、実際に立体観察システムを使用する場合に発生する立体視観察時の観察者の疲労要因と、その解決方法については上記従来例では十分な検討がなされていなかった。

#### 【0010】

立体観察システムの実使用時の疲労は、特に立体撮像装置に立体視内視鏡を用いた時に発生する。

立体視内視鏡は、立体視用でない一般の内視鏡と同じく広い被写界深度を有し、被写体を被写界深度の範囲内で捉え、被写体に立体視内視鏡を近付けたり、被写体から遠ざけたりして所望の位置で観察する。被写界深度とは被写体がボケずに観察できる物体距離の範囲を言う。

#### 【0011】

観察の際には、立体視内視鏡から被写体までの距離に応じた焦点調整や輻輳角度調整などを行わずに観察する。図 7 はこの様子を表した図である。



図中、5は立体視内視鏡、6は立体視内視鏡保持アーム、7は虚像立体観察式表示装置、8は虚像立体観察式表示装置保持アーム、9は観察者、10は立体視内視鏡5の先端部拡大図、11は立体視内視鏡先端部、12は立体視内視鏡光学系の左側入射瞳、13は立体視内視鏡光学系の右側入射瞳、14は立体視内視鏡の輻輳角、15は立体視内視鏡の焦点位置、16は立体視内視鏡の被写界深度範囲、17は前記被写界深度範囲内で最も立体視内視鏡に近い位置Aにある被写体、18は立体視内視鏡の焦点位置Bにある被写体、19は前記被写界深度内で最も立体視内視鏡から遠い位置Cにある被写体をそれぞれ示している。

#### 【0012】

観察者9は前述のように立体視内視鏡を前後に操作して、被写体を図中Aの位置からCの位置の範囲で捉えて観察する。被写体位置が図中のA～Cのそれぞれの位置にある場合の観察画像を示したものが20である。

#### 【0013】

21は被写体が位置Aにあるときの観察画像であり、22は右眼用観察画像、23は左眼用観察画像、24は観察画像中心をそれぞれ示しており、被写体の画像25は左右の画像共に観察画像中心24に対してそれぞれ内側に寄っている。

#### 【0014】

又22'は被写体が位置Bにあるときの観察画像であり、26は右眼用観察画像、27は左眼用観察画像をそれぞれ示しており、被写体の画像28は左右の画像共に観察画像中心24上にある。

#### 【0015】

又23'は被写体が位置Cにあるときの観察画像であり、29は右眼用観察画像、30は左眼用観察画像をそれぞれ示しており、被写体の画像31は左右の画像共に観察画像中心に対してそれぞれ外側に寄っている。

#### 【0016】

このように、立体視内視鏡と被写体との距離に応じて観察像中の被写体像は互いに内側や外側に寄ることがある。

被写体像が互いに外側に寄った時には、図8に示すように左右の被写体像へ向かう観察者の視線がそれぞれ外側に向いてしまい、左右の画像を融像できなくな

ったり、疲労を感じるという問題が発生していた。

#### 【0017】

図8中、32は虚像立体観察式表示装置、33は右眼用接眼光学系、34は左眼用接眼光学系、35は右眼用画像表示手段、36は左眼用画像表示手段、37は右眼用画像表示手段上に表示された外側に寄った被写体の像、38は左眼用画像表示手段上に表示された外側に寄った被写体の像、39は観察者をそれぞれ示している。

#### 【0018】

また、あらかじめある程度の輻輳角を持っている虚像立体観察式表示装置において、被写体像が互いに内側に寄った時には、図9に示すように左右の被写体像へ向かう観察者の視線が、虚像立体観察式表示装置によって作られた画像の虚像位置であり眼のピント位置でもある40よりはるか手前で交差することになり、左右の画像を融像できなくなったり、疲労を感じるという問題が発生していた。

#### 【0019】

実験によると、左右の視線の交差点が眼のピント位置より少しでも眼に近付いた場合、強度の疲労感を感じるということがわかった。

図9中、41は虚像立体観察式表示装置、42は右眼用接眼光学系、43は左眼用接眼光学系、44は右眼用画像表示手段、45は左眼用画像表示手段、46は右眼用画像表示手段上に表示された内側に寄った被写体の像、47は左眼用画像表示手段上に表示された内側に寄った被写体の像、48は観察者、49は左右の被写体像へ向かう観察者の視線の交点をそれぞれ示している。右眼用接眼光学系42と左眼用接眼光学系43は角度 $\alpha$ の輻輳角をなすように配置されている。

#### 【0020】

さらに、従来の立体観察システムはもう一つの問題を有する。

図18に示すように、輻輳角 $\alpha_1$ の立体撮像装置1000で、被写体1001を、横に寝かせたものと、縦に立たせたものを撮像する。

#### 【0021】

次に、図19に示すように図18の立体撮像装置の輻輳角 $\alpha_1$ よりかなり小さい角度の輻輳角 $\alpha_2$ を有する立体表示装置で、前記立体撮像装置で撮像した、横

に寝かせた被写体と縦に立たせた被写体を観察すると、横に寝かせた被写体の観察像 1002 と、縦に立たせた被写体の観察像 1003 とでは、感じる長さが著しく変わってしまう。

#### 【0022】

このように、輻輳角が互いに大きく異なる立体撮像装置と立体表示装置とからなる立体観察システムにおいては、観察される被写体の空間に強い歪みを感じるがあった。

#### 【0023】

観察される被写体の空間に強い歪みが発生すると、処置具の誘導に不具合を来す可能性がある。

上記従来例では、以上の問題点の原因や解決法について述べられていなかった。また、以上の問題点の説明には、立体表示装置として虚像立体観察式表示装置を用いたが、その他の方式の立体表示装置を用いても全く同じ問題を有する。

#### 【0024】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、前記従来例に加えて、立体視内視鏡などの立体撮像ユニットと、虚像立体観察式表示装置などの立体表示ユニットの好ましい関係をさらに設定することにより、観察時の疲労感などの障害の無い立体視観察を実現することのできる立体観察システムを提供することを目的としている。

#### 【0025】

##### 【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明の立体観察システムは以下の特徴を有している。

(1) 入射瞳を少なくとも 2 つ有して互いに視差を有する左眼用の第 1 の像と右眼用の第 2 の像を撮像する撮像手段を有し、前記 2 つの入射瞳中心を結ぶ距離の 10 倍以上の被写界深度を有する立体撮像ユニットと、前記立体撮像ユニットで撮像した 2 つの像を表示する 2 つの画像表示手段を有する立体表示ユニットとからなる立体観察システムにおいて、

前記画像表示手段により表示された前記第 1 の像の中心を見る観察者の左眼の

視線と、前記画像表示手段により表示された前記第2の像の中心を見る観察者の右眼の視線が互いに輻輳角 $\alpha_2$ をなすように前記立体表示ユニットを構成し、前記輻輳角 $\alpha_2$ は以下の条件(1)を満たすことを特徴とする立体観察システム。

【0026】

$$\begin{aligned} & (\alpha_1 - 2 \tan^{-1}(d/2L)) \times (w_2/w_1) \times 0.83 \\ & \leq \alpha_2 \\ & \leq \{2 \sin^{-1}(G/2D) - (2 \tan^{-1}(d/2S) - \alpha_1) \times (w_2/w_1) \\ & \} \times 1.2 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

ただし、 $\alpha_1$ は前記立体撮像ユニットの輻輳角（内向角）、 $d$ は前記立体撮像ユニットの2つの入射瞳中心を結ぶ距離、 $L$ は前記立体撮像ユニットの被写界深度の遠点から立体撮像ユニットの入射瞳までの距離、 $S$ は前記立体撮像ユニットの被写界深度の近点から立体撮像ユニットの入射瞳までの距離、 $w_1$ は前記立体撮像ユニットの画角、 $w_2$ は前記立体表示ユニットの画角、 $G$ は観察者の左右瞳孔間距離、 $D$ は観察者の瞳孔位置から観察画像までの距離である。

【0027】

ここで、被写界深度の定義について簡単に説明する。図17は撮像ユニットの光軸に沿う断面図である。この図において、物体Oの像Iが形成される位置に撮像素子を配置することにより、ピントの合った像を得ることができるが、物体Oに撮像ユニットを近接させてO'の位置に物体を移動させると、像IはずれてI'の位置に形成される。反対に、物体Oから撮像ユニットを離してO''の位置に物体を移動させると、IはずれてI''の位置に形成される。

【0028】

ここで、撮像素子の位置は固定されているとすると、撮像素子の位置における像I'及びI''は径 $\delta$ の錯乱円となり、この $\delta$ が撮像素子のピクセルピッチPの4倍すなわち $\delta = 4P$ までは、ピントボケした画像として観察されず、 $\delta > 4P$ からピントボケした画像として観察される。

【0029】

よって、O'からO''の範囲はピントが合っているように感じられ、この範囲を被写界深度と呼び、撮像光学系からO'までの距離 $X_n$ を被写界深度内の最近接

距離（近点）、撮像光学系から  $O''$  までの距離  $X_f$  を被写界深度内の最遠方距離（遠点）と定義する。この時の撮像光学系の実効口径比（F ナンバー）を  $F_{no}$ 、撮像光学系の焦点距離を  $f_L$  とすると、

$$|1/X_n - 1/X_f| = 2 \times 4P \times F_{no} / f_L^2$$

が成立する。ここで、被写界深度  $D$  は下記で表される。

【0030】

$$D = X_f - X_n$$

また、立体撮像ユニットが有する輻輳角（内向角） $\alpha_1$  とは、図1に示すように、被写体500側から、立体撮像ユニット501が有する光学手段502、503のそれぞれの入射瞳504、505のうち、右眼側の入射瞳505の中心506を通過して、かつ、右眼用撮像手段507の撮像面中心508を通過する光線509と、同じく被写体500側から、左眼側の入射瞳504の中心510を通過して、かつ、左眼用撮像手段511の撮像面中心512を通過する光線513とのなす角度を言う。

【0031】

また、立体撮像ユニットの画角  $w_1$  とは、図2に示すように、立体撮像ユニットが有する左眼用撮像手段514の撮像範囲515の対角直線516を、左眼用光学手段517で被写体側のある位置518に投影し、この投影された対角直線519の一方の端点520と左眼用光学手段517の入射瞳中心521を結ぶ直線522と、対角直線519の他方の端点523と入射瞳中心521を結ぶ直線524とのなす角度を言う。

【0032】

図示しない右眼側についても全く同様なため説明を省略する。

なお、図3に示すように、撮像手段525の撮像範囲の形状を、絞り526や電気的手段により丸形状などに限定する場合は、前記対角直線の代わりに限定撮像範囲541内の最大長を持つ直線527を用いる。

【0033】

また、立体表示ユニットの画角  $w_2$  とは、図4に示すように、立体表示ユニットが有する左眼用画像表示手段536に表示され、観察者により観察される左眼

用画像 528 の対角直線 529 の一方の端点 530 と観察者の左眼 531 の瞳孔中心 532 を結ぶ直線 534 と、対角直線 529 の他方の端点 533 と観察者の眼 531 の瞳孔中心 532 を結ぶ直線 535 とのなす角度を言う。

#### 【0034】

また、左眼用画像 528 は、図 4 のような画像表示手段上に表示された画像そのものではなく、画像表示手段上に表示された画像を光学手段により投影した実像でもよく、もしくは同じく光学手段により投影された虚像でもよい。

#### 【0035】

図示しない右眼側についても全く同様なため説明を省略する。

なお、図 5 に示すように、画像表示手段 537 の表示範囲 538 より小さく丸形状などに限定表示する場合は、前記対角直線の代わりに限定表示範囲 539 内の最大長を持つ直線 540 を用いる。

#### 【0036】

また、観察者の左右瞳孔間距離  $G$  は、55mm～75mm の値をとり、平均値は 65mm である。

また、観察者の瞳孔位置から観察画像までの距離  $D$  は、観察する画像が画像表示手段上に表示された画像であれば、観察者の瞳孔位置から画像表示手段の表示面までの距離となり、観察する画像が、画像表示手段上に表示された画像を光学手段により投影した実像や虚像であれば、上記  $D$  は観察者の瞳孔位置から前記の実像や虚像までの距離となる。

#### 【0037】

この構成によると、立体撮像ユニットを被写界深度範囲内で被写体に対し最大限遠ざけ、立体表示ユニットで観察される被写体像が観察画像中心に対して互いに外側に寄っても、左右の被写体像へ向かう観察者の視線のなす角度を打ち消すように立体表示ユニットの輻輳角  $\alpha_2$  が設定されるため、左右の被写体像へ向かう観察者の視線が外側に向いてしまうことが無く、融像を容易にでき、強度の疲労を感じることは無い。

#### 【0038】

また、立体撮像ユニットを被写界深度範囲内で被写体に対し最大限近付け、立

体表示ユニットで観察される被写体像が観察画像中心に対して互いに内側に寄っても、左右の被写体へ向かう観察者の視線の交点が、観察者の両眼のピント位置より手前になる事が無いように立体表示ユニットの輻輳角 $\alpha_2$ が設定されるため、融像を容易にでき、強度の疲労を感じることは無い。よって、常に疲労感などの障害の無い立体視観察を実現できる。

(2) 前記(1)項において、以下の条件(2)を満たすことを特徴とする立体観察システム。

【0039】

$$0.7 \leq \alpha_1 / \alpha_2 \leq 1.7 \quad \dots (2)$$

立体撮像ユニットが有する輻輳角 $\alpha_1$ と立体表示ユニットが有する輻輳角 $\alpha_2$ が上記条件を満たしていれば、前記立体観察システムにより観察される被写体の空間に強い歪みを感じる事無く観察できることが、実験によりわかった。

【0040】

被写体の空間の強い歪みとは、例えばある長さの棒を立てて観察して奥行き方向に感じる棒の長さ、同じ棒を横にして観察して感じる棒の長さが極端に一致しなくなることを言う。前記条件の下限を超えた場合、立てて観察した棒の長さが横にして観察した棒の長さよりはるかに長く感じる。また、前記条件の上限を超えた場合、立てて観察した棒の長さより横にして観察した棒の長さの方がはるかに長く感じる。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の立体観察システムの実施例を説明する。

(実施例1)

図10は本実施例の立体観察システムの図である。

【0042】

本実施例の立体観察システムは、立体視内視鏡ユニット50、立体映像信号処理ユニット51と、図中A～Fに図示した各種立体表示ユニットのいずれかとなる。

【0043】

図中Aの立体表示ユニットは、画像表示装置直接観察式の立体表示装置である。右眼用LCD 52と左眼用LCD 53とに、立体視内視鏡50により撮像された左右の画像をそれぞれ表示し、左右眼用のLCD 52、53から射出する光束は、複数枚のミラー54により観察者55の目前に導かれる。そして左右眼用のLCD 52、53に表示された画像の中心56に向かう観察者の左右の視線のなす角度は $\alpha_2$ である。

#### 【0044】

図中Bの立体表示ユニットは、実像観察式の立体表示装置である。右眼用LCD 57と左眼用LCD 58とに、立体視内視鏡50により撮像された左右眼用の画像をそれぞれ表示し、左右眼用の画像は、右眼用投影光学系60と左眼用投影光学系59により、フレネル凹面鏡からなるスクリーン61上に実像として重ねて投影される。又スクリーン61により、右眼用投影光学系60の射出瞳62は観察者55の右眼位置63に投影され、左眼用投影光学系59の射出瞳64は観察者55の左眼位置65に投影される。よって、観察者はスクリーン61上に重ねて投影された左右眼用の画像の実像から右眼用の画像は右眼にて、左眼用の画像は左眼にて観察することができる。そして左右眼用の実像の中心66に向かう観察者の左右の視線のなす角度は $\alpha_2$ である。

#### 【0045】

図中Cの立体表示ユニットは、虚像観察式の立体表示装置である。右眼用LCD 67と左眼用LCD 68とに、立体視内視鏡50により撮像された左右眼用の画像をそれぞれ表示し、右眼用接眼光学系69の光軸70は、右眼用画像の中心71を通っている。左眼用接眼光学系72の光軸73は左眼用画像の中心74を通っている。また、左右眼用の接眼光学系の光軸70、73は平行に配置されている。さらに、左右眼用の接眼光学系69、72の光線射出側にそれぞれ楔プリズム75、76が配置されている。よって観察者は左右眼用の接眼光学系により提供される左右眼用の画像の虚像を観察することができ、かつ、楔プリズム75、76の作用により、左右眼用の虚像の中心に向かう観察者の左右の視線のなす角度は $\alpha_2$ である。

#### 【0046】



図中Dの立体表示ユニットは、虚像観察式の立体表示装置である。右眼用LCD 6 7と左眼用LCD 6 8とに、立体視内視鏡 5 0により撮像された左右眼用の画像をそれぞれ表示し、右眼用接眼光学系 6 9の光軸 7 0は、右眼用画像の中心 7 1を通っている。左眼用接眼光学系 7 2の光軸 7 3は左眼用画像の中心 7 4を通っている。また、左右眼用の接眼光学系の光軸 7 0、7 3は平行に配置されている。さらに、左右眼用の接眼光学系 6 9、7 2の光線射出側に1つの凹レンズ 7 7が配置されている。よって観察者は左右眼用の接眼光学系により提供される左右眼用の画像の虚像を観察することができ、かつ、凹レンズ 7 7の作用により、左右眼用の虚像の中心に向かう観察者の左右の視線のなす角度は $\alpha_2$ である。

#### 【0 0 4 7】

図中Eの立体表示ユニットは、虚像観察式の立体表示装置である。右眼用LCD 6 7と左眼用LCD 6 8とに、立体視内視鏡 5 0により撮像された左右眼用の画像をそれぞれ表示し、右眼用接眼光学系 6 9の光軸 7 0は、右眼用画像の中心 7 1を通っている。また、左眼用接眼光学系 7 2の光軸 7 3は左眼用画像の中心 7 4を通っている。また、左右眼用の接眼光学系 6 9、7 2と左右眼用のLCD 6 7、6 8とは、一体で前記左右眼用の接眼光学系の光軸 7 0、7 3が $\alpha_2$ の角度をなすように配置されている。よって観察者は左右眼用の接眼光学系により提供される左右眼用の画像の虚像を観察することができ、かつ、左右眼用の接眼光学系の光軸 7 0、7 3が $\alpha_2$ の角度をなすように配置されているため、左右眼用の虚像の中心に向かう観察者の左右の視線のなす角度は $\alpha_2$ である。

#### 【0 0 4 8】

図中Fの立体表示ユニットは、虚像観察式の立体表示装置である。右眼用LCD 6 7と左眼用LCD 6 8とに、立体視内視鏡 5 0により撮像された左右眼用の画像をそれぞれ表示し、右眼用接眼光学系 6 9の光軸 7 0は、右眼用画像の中心 7 1を通らずに、外側にオフセットしている。また、左眼用接眼光学系 7 2の光軸 7 3は左眼用画像の中心 7 4を通らずに、外側にオフセットしている。よって観察者は左右眼用の接眼光学系により提供される左右眼用の画像の虚像を観察することができ、かつ、左右眼用の接眼光学系の光軸 7 0、7 3が、左右眼用画像の中心 7 1、7 4に対して外側にオフセットしているため、左右眼用の虚像の中心に

向かう観察者の左右の視線のなす角度は $\alpha_2$ である。

#### 【0049】

上記A～Fの各表示ユニットを、左右瞳孔間距離が65mmの観察者が観察する時、各表示ユニットの画角 $w_2$ 、輻輳角 $\alpha_2$ 、観察者の瞳孔位置から観察画像までの距離Dは各表示ユニット全て同じ値をとり、 $w_2=35.2^\circ$ 、 $\alpha_2=5.6^\circ$ 、 $D=430$ mmとなる。さらに、立体視内視鏡ユニット50の輻輳角 $\alpha_1$ は $6.93^\circ$ であり、2つの入射瞳中心を結ぶ距離dは4.6mm、被写界深度範囲の最も立体視内視鏡ユニットから遠い位置（遠点）から入射瞳までの距離Lは100mm、被写界深度範囲の最も立体視内視鏡ユニットに近い位置（近点）から入射瞳までの距離Sは20mm、画角 $w_1$ は $60^\circ$ である。

#### 【0050】

上記各パラメータの値を条件式(1)に当てはめると、

$$2.1^\circ \leq \alpha_2 \leq 6.05^\circ$$

となる。上記A～Fの各表示ユニットの輻輳角 $\alpha_2$ は $5.6^\circ$ であり、条件式(1)を満たす。

#### 【0051】

よって、立体視内視鏡ユニットを被写界深度範囲内で被写体に対し最大限遠ざけ、各種立体表示ユニットで観察される被写体像が、観察画像中心に対して互いに外側に寄っても、左右の被写体像へ向かう観察者の視線のなす角度を打ち消すように立体表示ユニットの輻輳角 $\alpha_2$ が設定されるため、左右の被写体像へ向かう観察者の視線が外側に向いてしまうことが無く融像を容易にできるため、強度の疲労を感じることは無い。

#### 【0052】

また、立体視内視鏡ユニットを被写界深度範囲内で被写体に対し最大限近付け、上記各種立体表示ユニットで観察される被写体像が観察画像中心に対して互いに内側に寄っても、左右の被写体へ向かう観察者の視線の交点が、観察者の両眼のピント位置より手前になる事が無いように立体表示ユニットの輻輳角 $\alpha_2$ が設定されるため、融像を容易にでき、強度の疲労を感じることは無い。

#### 【0053】

よって、常に疲労感などの障害の無い立体視観察が得られる。

さらに、前記立体視内視鏡ユニットの輻輳角  $\alpha_1$  と前記 A～F の各表示ユニットの輻輳角  $\alpha_2$  との関係は、 $\alpha_1/\alpha_2=1.23$  となり、条件式(2)を満足する。

#### 【0054】

よって、観察者は立体観察システムにより観察される被写体の空間に強い歪みを感じる事無く観察することができる。

(実施例2)

図11は本実施例の立体観察システムの図である。

#### 【0055】

本実施例の立体観察システムは、保持アーム78に保持された虚像立体観察式表示装置79と表示装置コントローラユニット80と、立体視内視鏡保持アーム81に保持された立体視内視鏡82と、立体映像信号処理ユニット83とからなっている。

#### 【0056】

図12は、本実施例の虚像立体観察式表示装置の光学系の構成を示した図である。図中84は対角長さ6インチの透過型LCD、85は光路偏向ミラー、86は光路偏向プリズム、87は接眼光学系、88は観察者をそれぞれ示している。

#### 【0057】

透過型LCD84の表示面上には、立体視内視鏡82で撮像された左右の画像がそれぞれ表示され、観察者88は接眼光学系87を介して虚像として左右の画像を観察することができる。

#### 【0058】

また、接眼光学系87の光軸89は、光路偏向プリズム86と、光路偏向ミラー85によって、透過型LCD84の表示面上に表示された画像の中心90を通っている。また、左右接眼光学系の光軸89は光路偏向プリズム86によって輻輳角  $\alpha_2$  を持つように配置されている。なお、本実施例の虚像立体観察式表示装置の輻輳角  $\alpha_2$  は  $5.6^\circ$ 、画角  $w_2$  は  $35.2^\circ$ 、接眼光学系87により作られる観察画像の虚像位置から観察者の眼までの距離Dは430mm、観察者の左右瞳孔間距離Gは65mmである。

## 【0059】

以下に、本実施例の虚像立体観察式表示装置光学系のレンズデータを記す。

	曲率	面間隔距離	硝材屈折率	硝材分散
LCD表示面	平面	52.5		
ミラー反射面	平面	109.5		
プリズム入射面	平面	32.5	1.52	64.1
プリズム反射面	平面	35.5	1.52	64.1
プリズム出射面	平面	1		
R <sub>1</sub>	163.082	4.3	1.58	41.5
R <sub>2</sub>	64.347	5.7	1.49	70.2
R <sub>3</sub>	平面	47.5		
アイポイント	—	-430		
虚像位置	—			

次に、図13に本実施例の立体視内視鏡の詳細を示す。図13(a)は本実施例の立体視内視鏡の画角 $w_1$ を示したものである。91は立体視内視鏡、92は立体視内視鏡の入射瞳中心、93は立体視内視鏡によって撮像される被写体をそれぞれ示している。本実施例の立体視内視鏡の画角 $w_1$ は $60^\circ$ である。

## 【0060】

また、図13(b)は、本実施例の立体視内視鏡の輻輳角 $\alpha_1$ と、遠点から立体視内視鏡の入射瞳までの距離 $L$ と、近点から立体視内視鏡の入射瞳までの距離 $S$ と、立体視内視鏡の左右入射瞳中心間距離 $d$ を示したものである。98は立体視内視鏡の被写界深度範囲を示している。

## 【0061】

なお、本実施例においては、 $\alpha_1=6.93^\circ$ 、 $w_1=60^\circ$ 、 $L=100\text{mm}$ 、 $S=20\text{mm}$ 、 $d=4.6\text{mm}$ である。

上記各パラメータの値を条件式(1)に当てはめると、

$2.1^\circ \leq \alpha_2 \leq 6.05^\circ$  となる。本実施例の虚像立体観察式表示装置の輻輳角 $\alpha_2$ は $5.6^\circ$ であり、条件式(1)を満たす。

## 【0062】

よって、立体視内視鏡を被写界深度範囲内で被写体に対し最大限遠ざけ、虚像立体観察式表示装置で観察できる被写体像が観察画像中心に対して互いに外側に寄っても、左右の被写体像へ向かう観察者の視線のなす角度を打ち消すように虚像立体観察式表示装置の輻輳角  $\alpha_2$  が設定されるため、左右の被写体像へ向かう観察者の視線が外側に向いてしまうことが無く融像を容易にできるため、強度の疲労を感じることは無い。

#### 【0063】

また、立体視内視鏡を被写界深度範囲内で被写体に対し最大限近付け、虚像立体観察式表示装置で観察できる被写体像が観察画像中心に対して互いに内側に寄っても、左右の被写体へ向かう観察者の視線の交点が観察者の両眼のピント位置より手前になる事が無いように虚像立体観察式表示装置の輻輳角  $\alpha_2$  が設定されるため、融像を容易にでき、強度の疲労を感じることは無い。よって、常に疲労感などの障害の無い立体視観察が得られる。

#### 【0064】

さらに、立体視内視鏡の輻輳角  $\alpha_1$  と虚像立体観察式表示装置の輻輳角  $\alpha_2$  との関係は、 $\alpha_1 / \alpha_2 = 1.23$  となり、条件式(2)を満足する。

よって、観察者は立体観察システムにより観察される被写体の空間に強い歪みを感じる事無く観察することができる。

(実施例3)

図14は本実施例の立体観察システムの図である。

#### 【0065】

本実施例の立体観察システムは、保持アーム102に保持された実像立体観察式表示装置103と表示装置コントローラユニット104と、実体顕微鏡保持アーム105に保持された実体顕微鏡106と、立体映像信号処理ユニット107とからなっている。

#### 【0066】

図15は、本実施例の実像立体観察式表示装置の光学系の構成を示した図である。図中108は反射型LCD、109はビームスプリッタ、110は反射型LCD用LED光源、111は投影光学系、112はフレネル凹面鏡113と透過型ホロ

グラムデフューザ 114 とからなる反射スクリーン、115 は観察者をそれぞれ示している。

#### 【0067】

実体顕微鏡 106 で撮像された左右の画像は、反射型 LCD 108 の表示面上にそれぞれ表示され、かつ、投影光学系 111 により反射スクリーン 112 のごく近傍に実像として重ねて投影される。また、反射スクリーン 112 のレンズ作用と拡散作用により、右眼用投影光学系の射出瞳 116 は観察者の右眼位置 117 に拡大投影され、また、左眼用投影光学系の射出瞳 118 は観察者の左眼位置 119 に拡大投影される。よって、観察者は反射スクリーン 112 上に重ねて投影された左右眼用の画像の実像から、右眼用の画像は右眼にて、左眼用の画像は左眼にて観察することができる。

#### 【0068】

そして、左右眼用の実像の中心 120 に向かう観察者の左右の視線 121 は互いに輻輳角  $\alpha_2$  を持つように配置されている。なお、本実施例の実像立体観察式表示装置の輻輳角  $\alpha_2$  は  $5.3^\circ$ 、画角  $w_2$  は  $36.9^\circ$ 、反射スクリーン上の実像位置から観察者の眼までの距離  $D$  は 450mm、観察者の左右瞳孔間距離  $G$  は 65mm である。

#### 【0069】

図 16 は本実施例の実体顕微鏡の詳細を示した図である。

図 16 (a) は本実施例の実体顕微鏡の画角  $w_1$  を示したものである。122 は実体顕微鏡、123 は実体顕微鏡の入射瞳中心、124 は実体顕微鏡によって撮像される被写体をそれぞれ示している。本実施例の実体顕微鏡の画角  $w_1$  は  $30^\circ$  である。

#### 【0070】

また、図 16 (b) は、本実施例の実体顕微鏡の輻輳角  $\alpha_1$  と、遠点から実体顕微鏡の入射瞳までの距離  $L$  と、近点から実体顕微鏡の入射瞳までの距離  $S$  と、実体顕微鏡の左右入射瞳中心間距離  $d$  を示したものである。129 は実体顕微鏡の被写界深度範囲を示している。

#### 【0071】

なお、本実施例の実体顕微鏡において、 $\alpha_1=6.93^\circ$ 、 $w_1=30^\circ$ 、 $L=370\text{mm}$ 、 $S=160\text{mm}$ 、 $d=21\text{mm}$ である。

上記各パラメータの値を条件式(1)に当てはめると、

$$3.76^\circ \leq \alpha_2 \leq 9.08^\circ$$

となる。本実施例の虚像立体観察式表示装置の輻輳角 $\alpha_2$ は $5.3^\circ$ であり、条件式(1)を満たす。

#### 【0072】

よって、実体顕微鏡を被写界深度範囲内で被写体に対し最大限遠ざけ、実像立体観察式表示装置で観察できる被写体像が観察画像中心に対して互いに外側に寄っても、左右の被写体像へ向かう観察者の視線のなす角度を打ち消すように実像立体観察式表示装置の輻輳角 $\alpha_2$ が設定されるため、左右の被写体像へ向かう観察者の視線が外側に向いてしまうことが無く融像を容易にできるため、強度の疲労を感じることは無い。

#### 【0073】

また、実体顕微鏡を被写界深度範囲内で被写体に対し最大限近付け、実像立体観察式表示装置で観察できる被写体像が、観察画像中心に対して互いに内側に寄っても左右の被写体へ向かう観察者の視線の交点が観察者の両眼のピント位置より手前になる事が無いように実像立体観察式表示装置の輻輳角 $\alpha_2$ が設定されるため、融像を容易にでき、強度の疲労を感じることは無い。よって、常に疲労感などの障害の無い立体視観察が得られる。

#### 【0074】

さらに、実体顕微鏡の輻輳角 $\alpha_1$ と実像立体観察式表示装置の輻輳角 $\alpha_2$ との関係は $\alpha_1/\alpha_2=1.31$ となり条件式(2)を満足する。

よって、観察者は立体観察システムにより観察される被写体の空間に強い歪みを感じることも無く観察することができる。

#### 【0075】

##### 【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明の立体観察システムによれば、観察時の疲労感などの障害の無い立体視観察を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 立体撮像ユニットの輻輳角（内向角） $\alpha_1$ の定義の説明図である。
- 【図 2】 立体撮像ユニットの画角 $w_1$ の定義の説明図である。
- 【図 3】 撮像範囲の形状を限定した場合の、 $w_1$ の定義の説明図である。
- 【図 4】 立体表示ユニットの画角 $w_2$ の定義の説明図である。
- 【図 5】 表示範囲の形状を限定した場合の、 $w_2$ の定義の説明図である。
- 【図 6】 立体観察システム概念図である。
- 【図 7】 従来の立体観察システムによる観察の様子を示す図である。
- 【図 8】 従来の立体観察システムにおいて、被写体像が互いに外側に寄った場合の説明図である。
- 【図 9】 従来の立体観察システムにおいて、被写体像が互いに内側に寄った場合の説明図である。
- 【図 10】 本発明の実施例 1 の立体観察システムの構成図である。
- 【図 11】 本発明の実施例 2 の立体観察システムの構成図である。
- 【図 12】 本発明の実施例 2 の表示装置の光学系の断面図である。
- 【図 13】 本発明の実施例 2 の立体視内視鏡の詳細図である。
- 【図 14】 本発明の実施例 3 の立体観察システムの構成図である。
- 【図 15】 本発明の実施例 3 の表示装置の光学系の断面図である。
- 【図 16】 本発明の実施例 2 の実体顕微鏡の詳細図である。
- 【図 17】 被写界深度の定義の説明図である。
- 【図 18】 従来の立体観察システムの問題点の説明図である。
- 【図 19】 従来の立体観察システムの問題点の説明図である。

## 【符号の説明】

- 1 観察物体
- 5、50、82、91 立体視内視鏡
- 6、81 立体視内視鏡保持アーム
- 7、32、41、79 虚像立体観察式表示装置
- 8 虚像立体観察式表示装置保持アーム



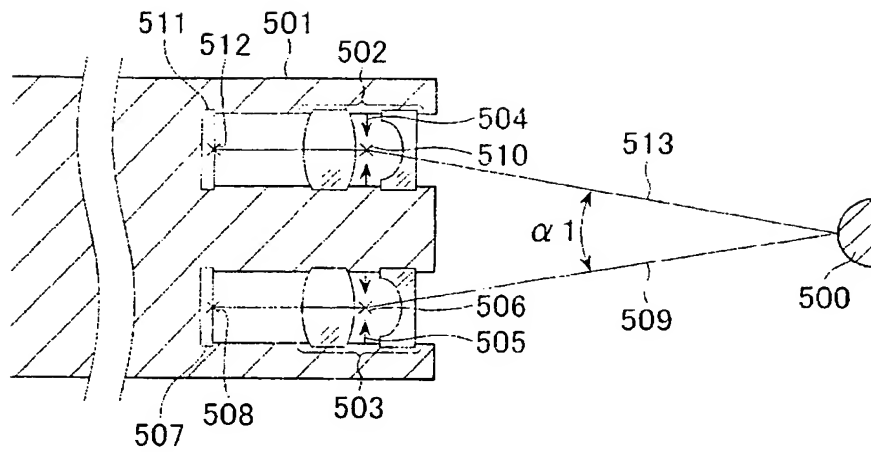
- 9、39、48、55、88、115 観察者
- 11 立体視内視鏡先端部
- 12 立体視内視鏡光学系の左側入射瞳
- 13 立体視内視鏡光学系の右側入射瞳
- 14 立体視内視鏡の輻輳角
- 15 立体視内視鏡の焦点位置
- 16 立体視内視鏡の被写界深度範囲
- 17、18、19、93、124、500、1001 被写体
- 20、21、22'、23' 観察画像
- 22、26、29 右眼用観察画像
- 23、27、30 左眼用観察画像
- 24 観察画像中心
- 25、28、31 被写体の画像
- 33、42、69 右眼用接眼光学系
- 34、43、72 左眼用接眼光学系
- 35、44 右眼用画像表示手段
- 36、45 左眼用画像表示手段
- 37、38、46、47 被写体の像
- 40 虚像位置
- 49 視線の交点
- 51、107 立体映像信号処理ユニット
- 52、57、67 右眼用LCD
- 53、58、68 左眼用LCD
- 54 ミラー
- 56、71、74、90 画像中心
- 59 左眼用投影光学系
- 60 右眼用投影光学系
- 61 スクリーン
- 62、64、116、118 射出瞳

- 6 3、1 1 7 右眼位置
- 6 5、1 1 9 左眼位置
- 6 6 実像中心
- 7 0、7 3、8 9 光軸
- 7 5、7 6 楔プリズム
- 7 7 凹レンズ
- 7 8、1 0 2 保持アーム
- 8 0、1 0 4 表示装置コントローラユニット
- 8 3 立体映像信号処理ユニット
- 8 4 透過型LCD
- 8 5 光路偏向ミラー
- 8 6 光路偏向プリズム
- 8 7 接眼光学系
- 9 2 立体視内視鏡の入射瞳中心
- 1 0 3 実像立体観察式表示装置
- 1 0 5 実体顕微鏡保持アーム
- 1 0 6、1 2 2 実体顕微鏡
- 1 0 8 反射型LCD
- 1 0 9 ビームスプリッタ
- 1 1 0 L E D光源
- 1 1 1 投影光学系
- 1 1 2 反射スクリーン
- 1 1 3 フレネル凹面鏡
- 1 1 4 透過型ホログラムデフューザ
- 1 2 0 実像中心
- 1 2 1 視線
- 1 2 3 実体顕微鏡の入射瞳中心
- 1 2 9 実体顕微鏡の被写界深度範囲
- 5 0 1 立体撮像ユニット

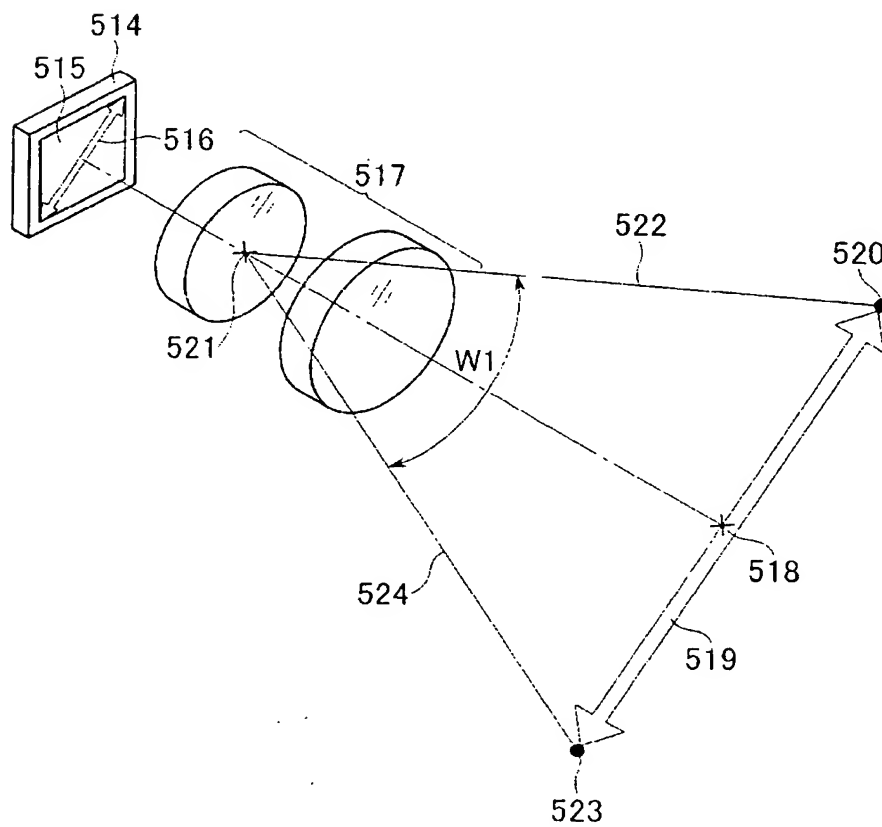
5 0 2、5 0 3、5 1 7 光学手段  
5 0 4、5 0 5 入射瞳  
5 0 6、5 1 0、5 2 1 入射瞳中心  
5 0 7、5 1 1、5 1 4、5 2 5 撮像手段  
5 0 8、5 1 2 撮像面中心  
5 0 9、5 1 3 光線  
5 1 5 撮像範囲  
5 1 6、5 1 9、5 2 9 対角直線  
5 2 0、5 2 3、5 3 0、5 3 3 端点  
5 2 6 絞り  
5 2 8 画像  
5 3 1 観察者の眼  
5 3 2 瞳孔中心  
5 3 6、5 3 7 画像表示手段  
5 3 8 表示範囲  
5 3 9 限定表示範囲  
1 0 0 0 立体撮像装置  
1 0 0 2、1 0 0 3 被写体の観察像

【書類名】 図面

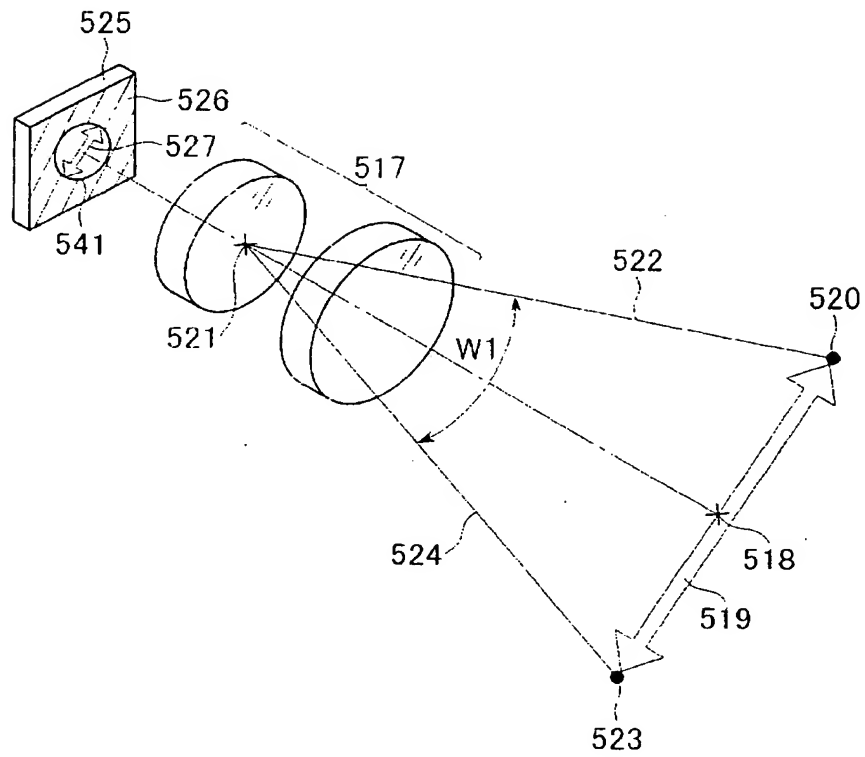
【図 1】



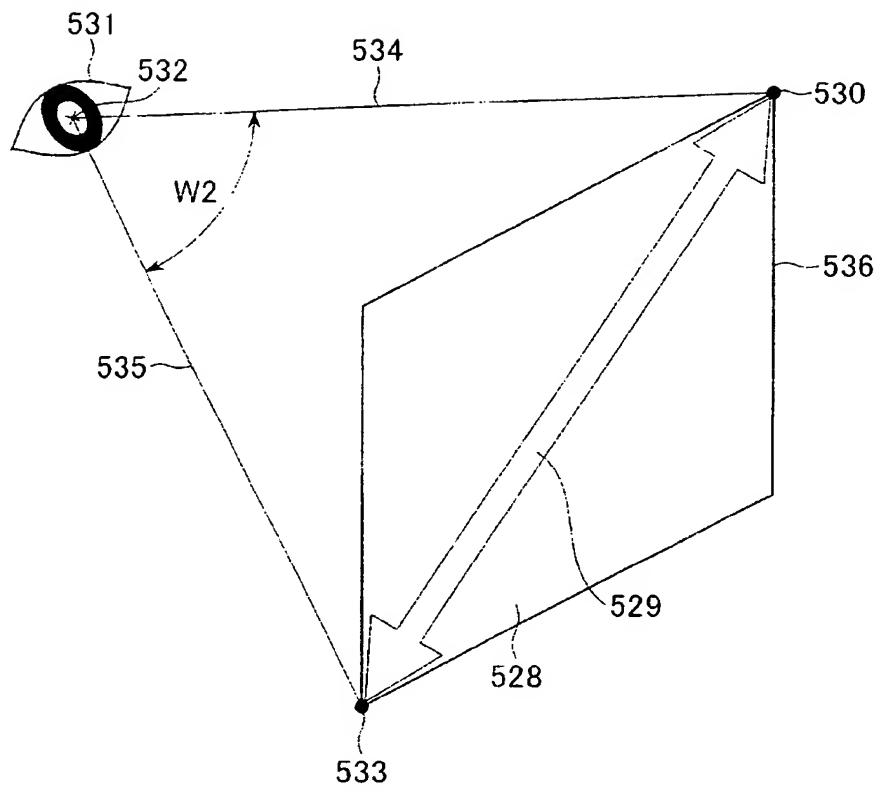
【図 2】



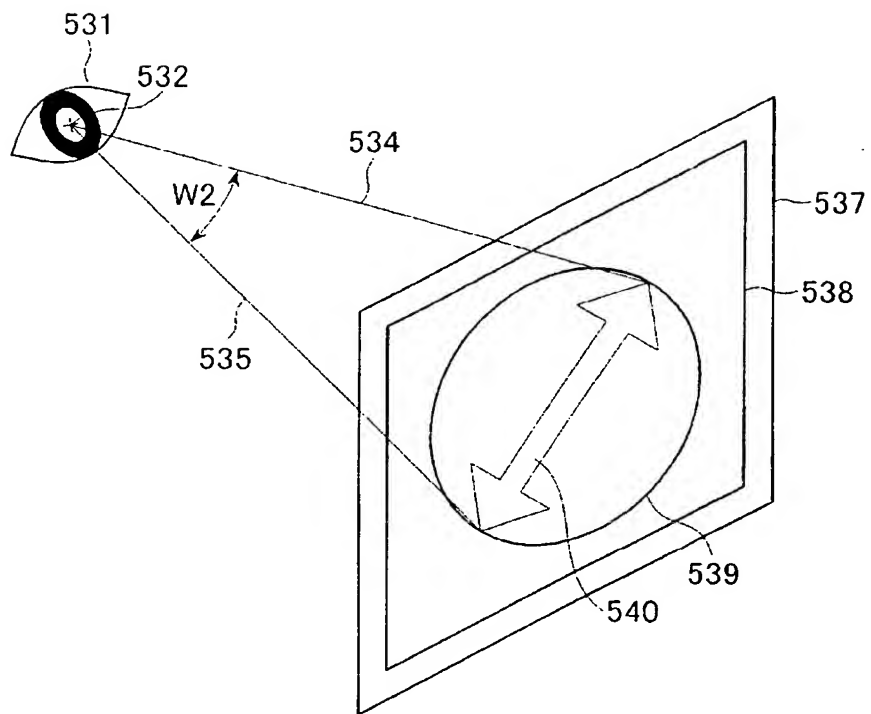
【図 3】



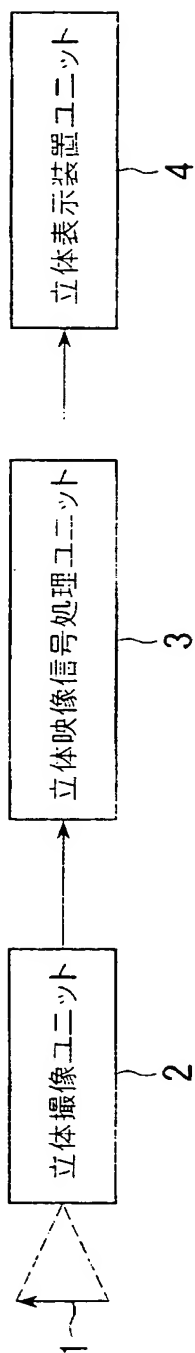
【図 4】



【図 5】

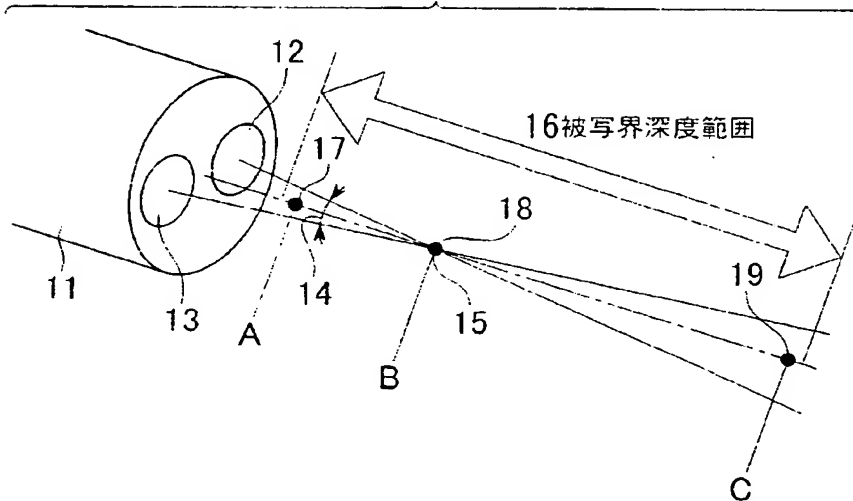
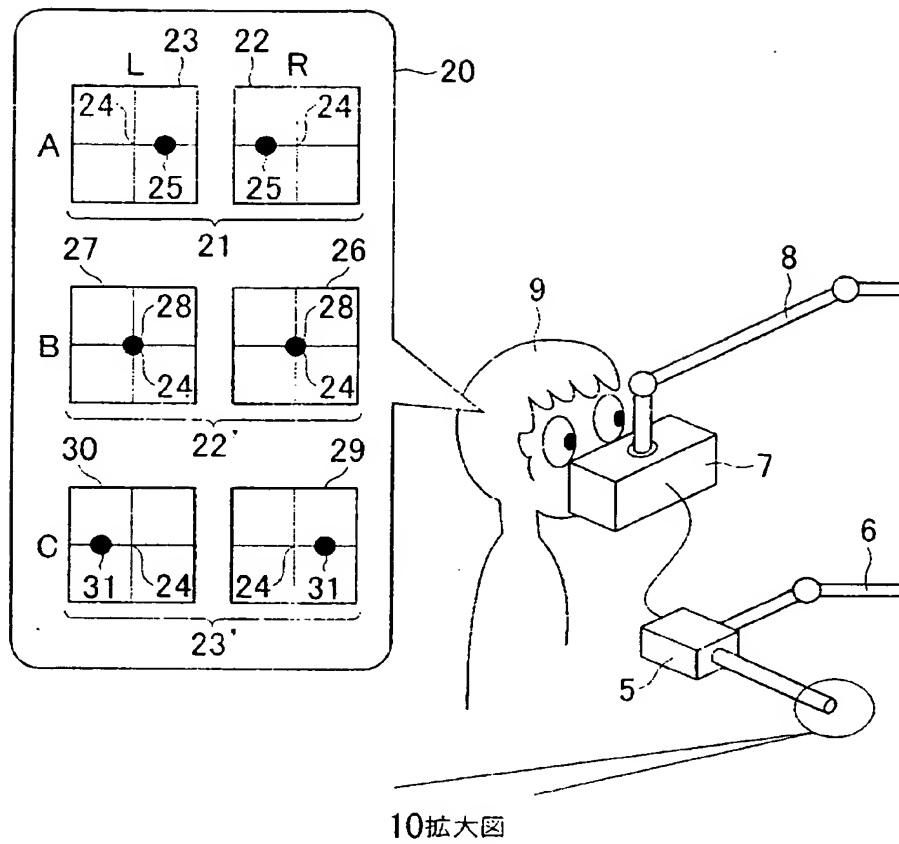


【図 6】

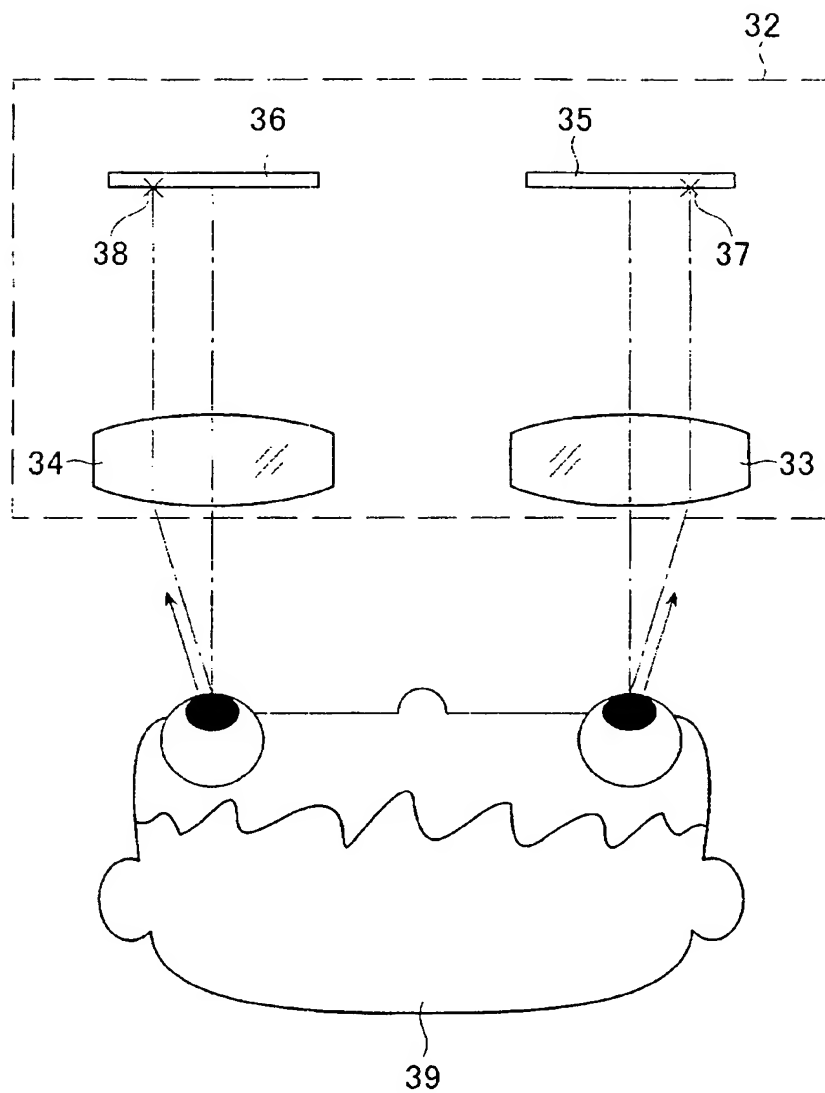




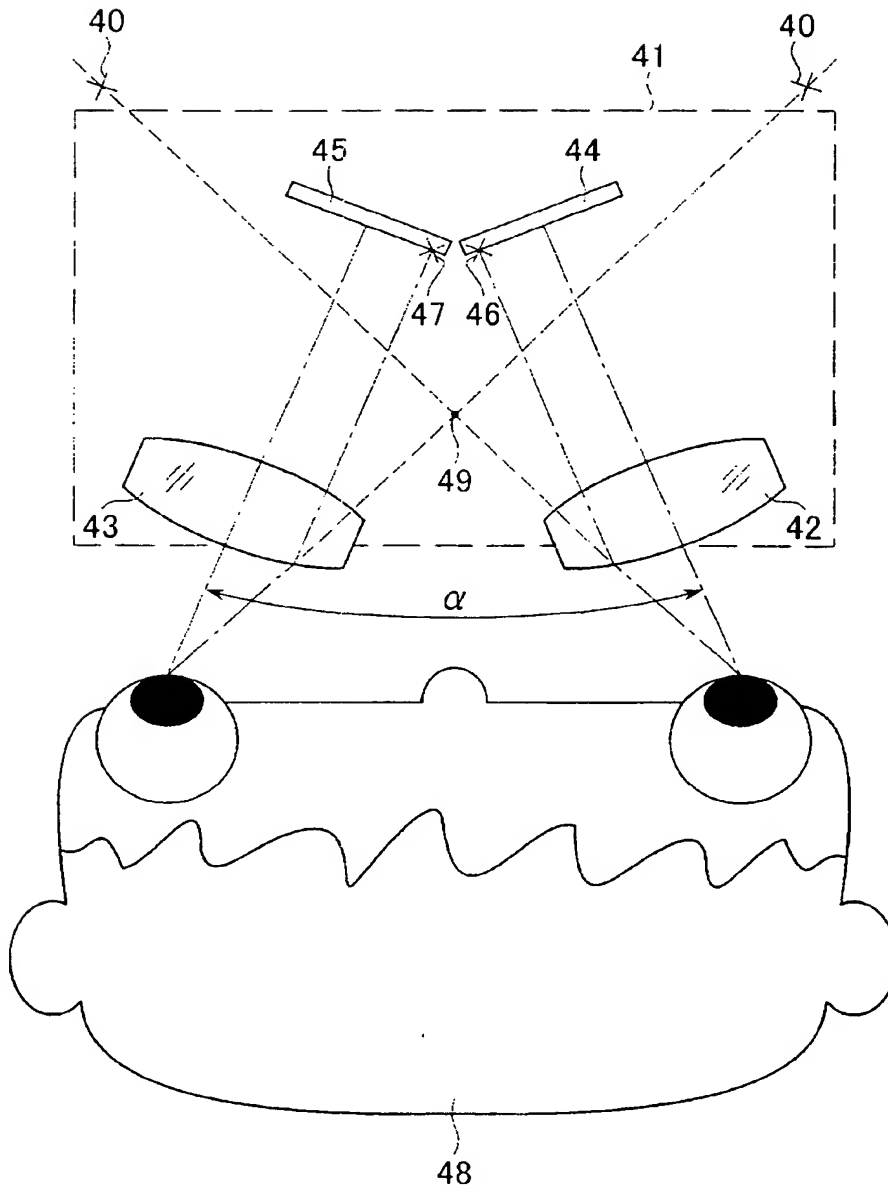
【図 7】



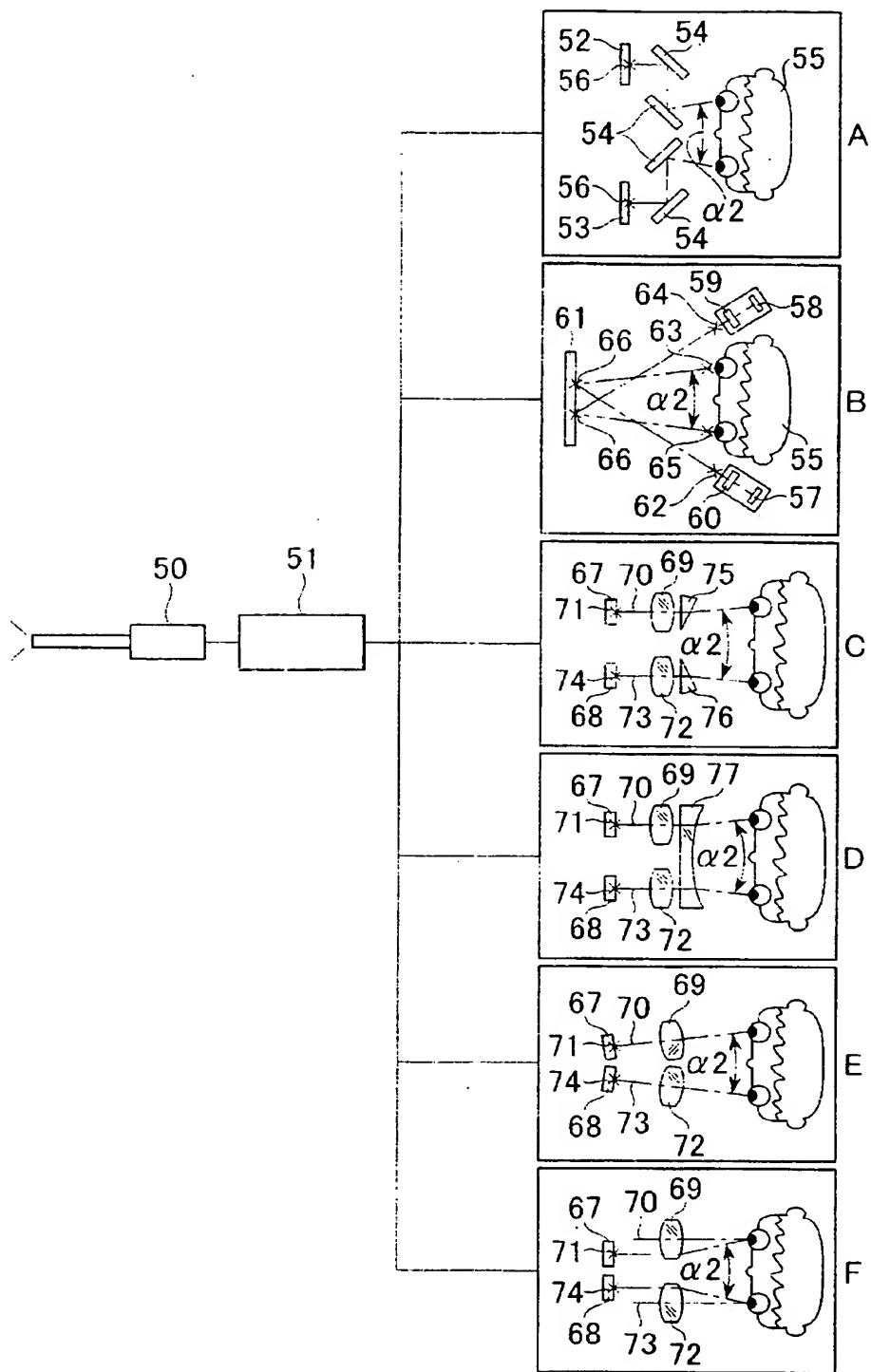
【図 8】



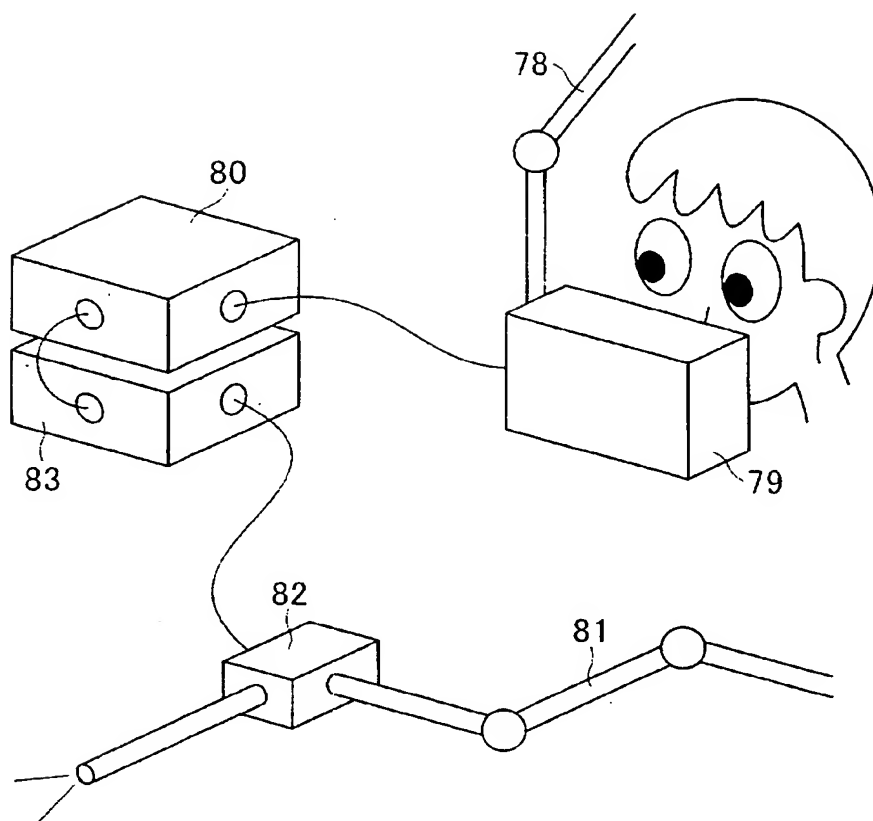
【図 9】



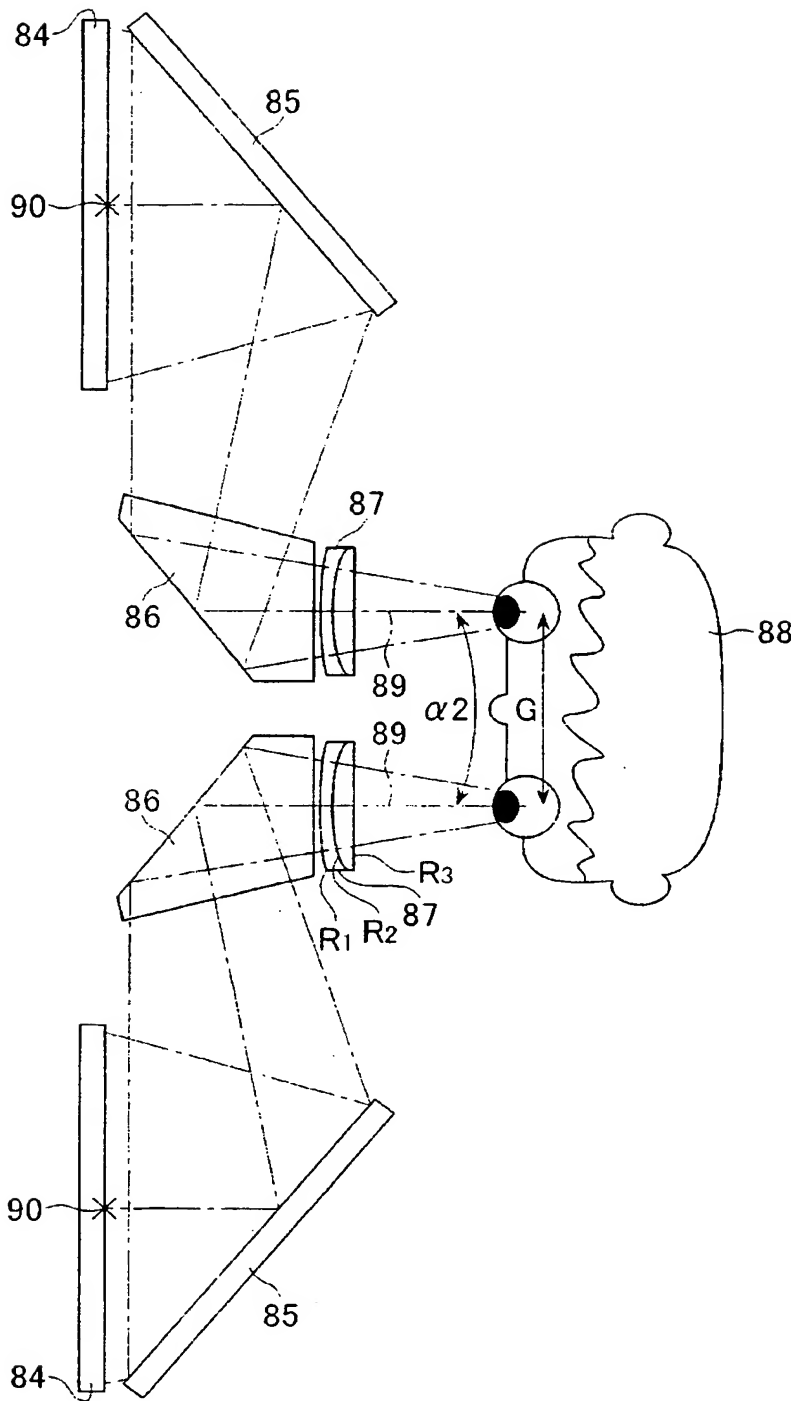
【図 10】



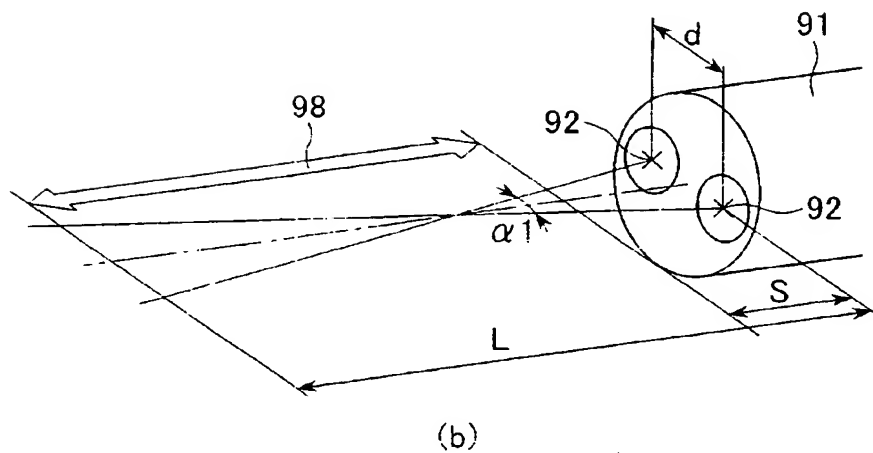
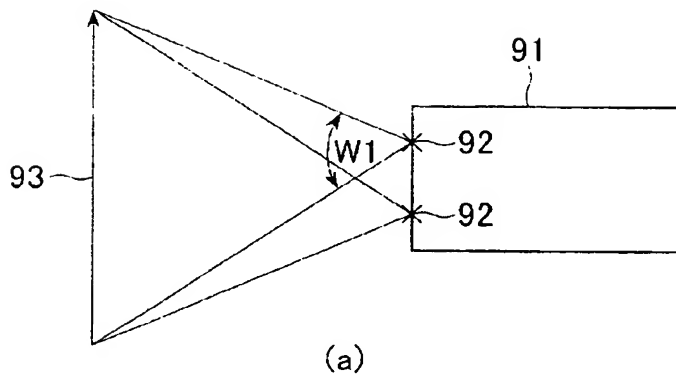
【図 11】



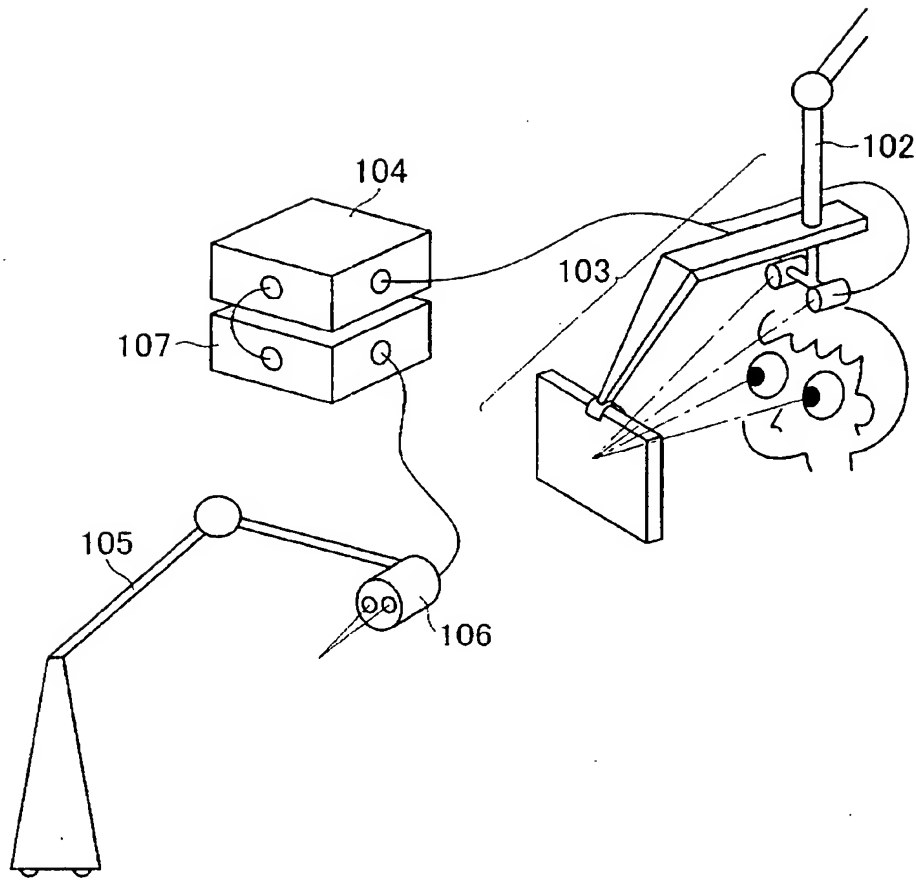
【図 12】



【図 13】

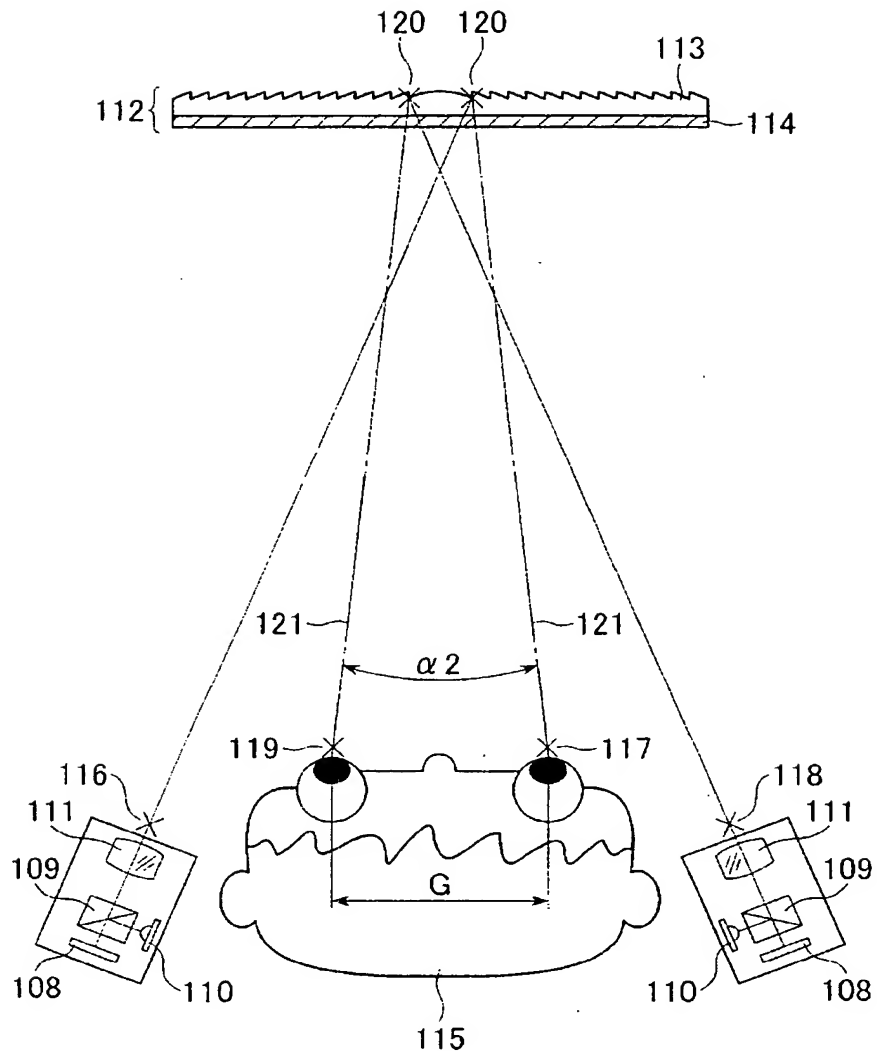


【図 14】

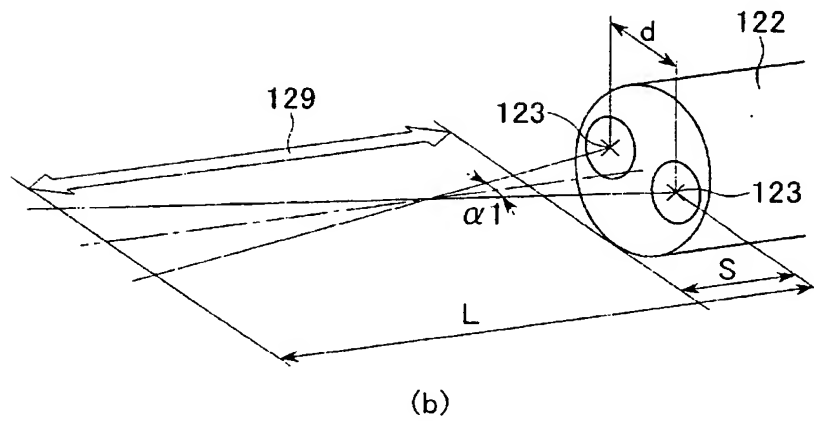
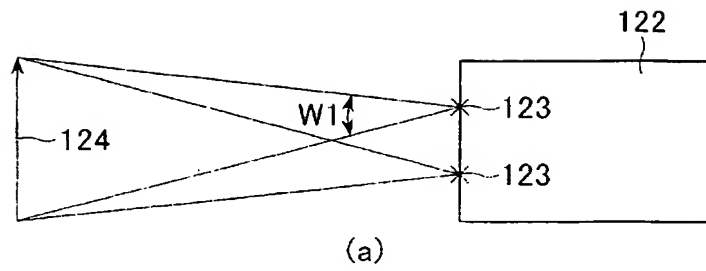




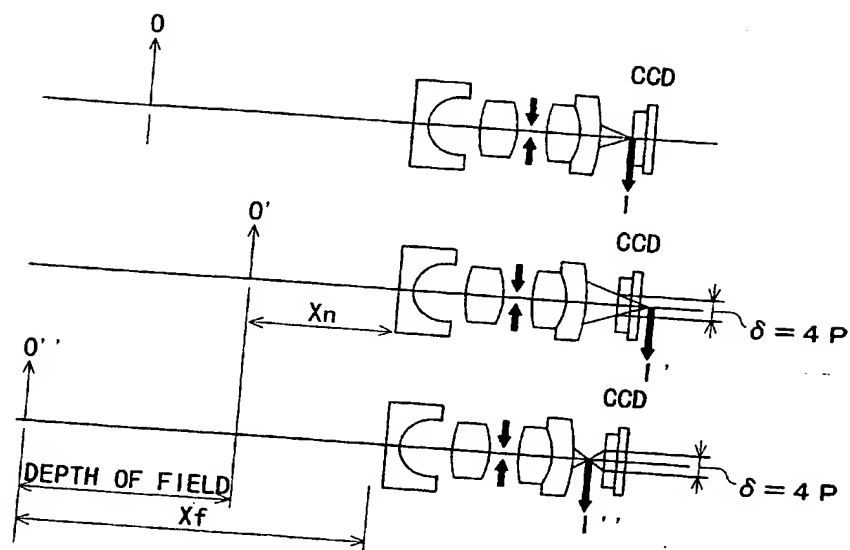
【図 15】



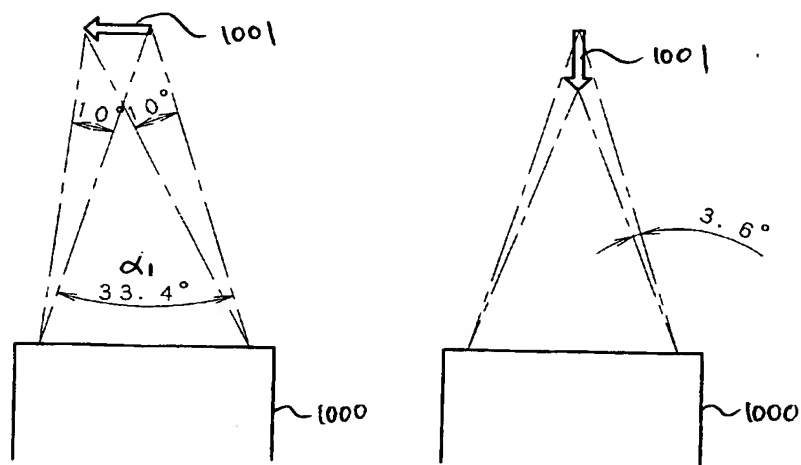
【図 16】



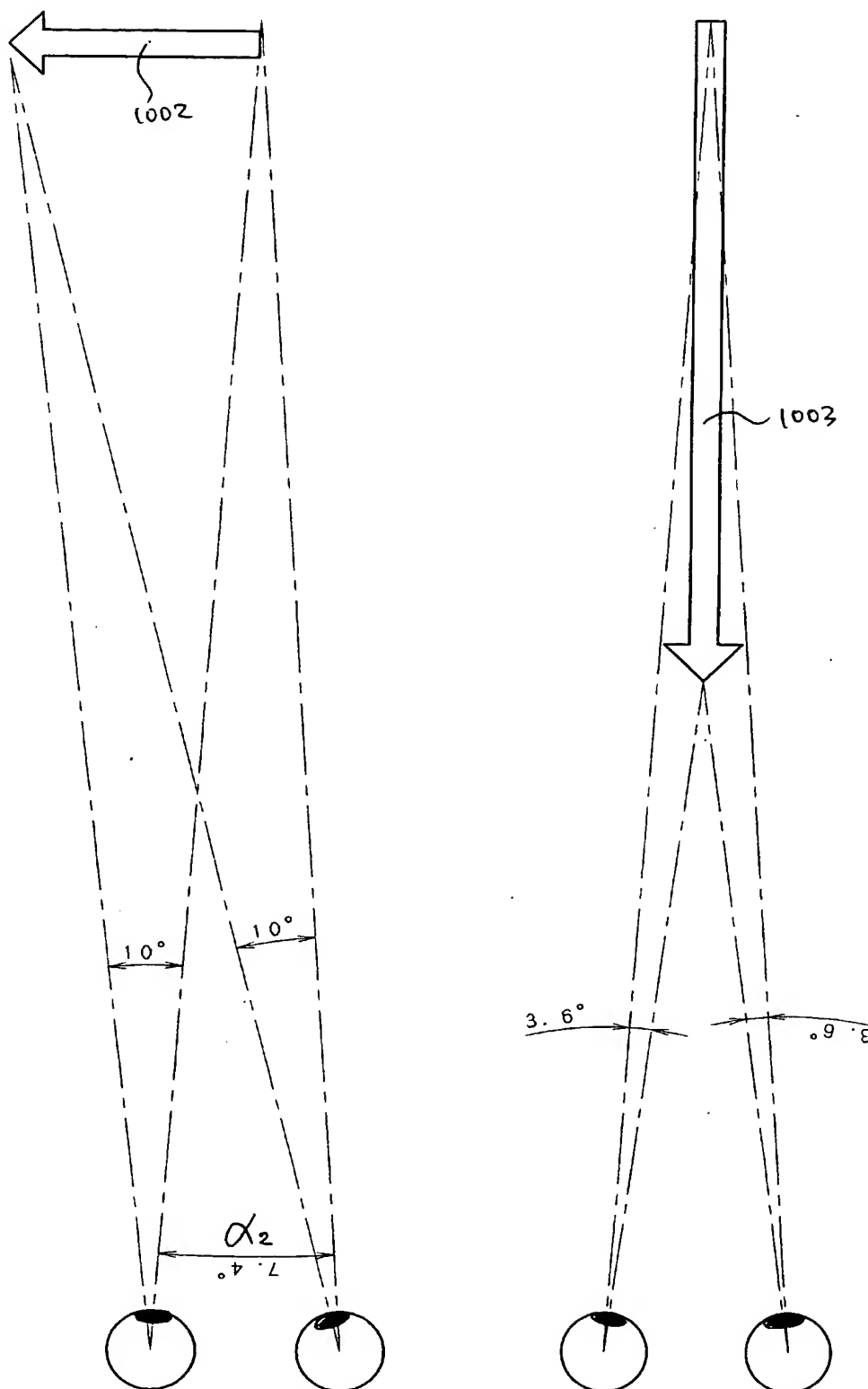
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 観察時の疲労感などの障害の無い立体視観察を実現できる立体観察システムを提供する。

【解決手段】 画像表示手段 53 により表示された第 1 の像の中心を見る観察者 55 の左眼の視線と、画像表示手段 52 により表示された第 2 の像の中心を見る観察者 55 の右眼の視線が互いに輻輳角  $\alpha_2$  をなすように立体表示ユニットを構成し、輻輳角  $\alpha_2$  は以下の条件(1)を満たす。

$$\begin{aligned} & (\alpha_1 - 2 \tan^{-1} (d / 2 L)) \times (w_2 / w_1) \times 0.83 \\ & \leq \alpha_2 \\ & \leq \{ 2 \sin^{-1} (G / 2 D) - (2 \tan^{-1} (d / 2 S) - \alpha_1) \times (w_2 / w_1) \} \times 1.2 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

【選択図】 図 10

特願 2 0 0 3 - 1 0 5 8 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 0 3 7 6 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号  
氏 名 オリンパス光学工業株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号  
氏 名 オリンパス株式会社